第47卷 第4期
2001年7月

地 质 论 评 GEOLOGICAL REVIEW

Vol. 47 No. 4
July 2001

http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx

藏北羌塘盆地构造变形及其动力学背景

雷振宇[1)] 李永铁[1)] 刘 忠[1)] 鲁 兵[2)]

1) 石油勘探开发科学研究院，北京，100083； 2) 大庆石油学院，黑龙江安达，151400

内容提要 本文根据盆地的变形特征，将其分为5个变形区，其中北部边缘断褶带和玛依岗日断隆区分别以叠瓦式组合和背冲断块为主，而拉雄错—雀莫错等构造区以发育对称或不对称类隔档式褶皱为特征。其构造变形及其组合方式为燕山—喜马拉雅期羌塘地块和南部诸地块向北不等速运动所造成的南北向压应力场所致。

关键词 羌塘盆地 构造变形 构造应力场 古地磁 地幔流

羌塘盆地位于我国西部边陲，面积约18万 km^2。由于其所处的独特自然地理环境，地质构造研究十分薄弱。近年来，因其所具有的油气远景逐渐受到广大地学工作者重视。盆地南北分别为班公湖—怒江缝合带和拉竹龙—金沙江缝合带。盆地内除西部中央地带出露前三叠系外，大部分地区被侏罗系及三叠系所占据。盆地二叠纪以前的构造古地理面貌由于资料所限，目前尚不清楚。在三叠纪时，羌塘地块南北分别为两个海槽，地块中部为台地相碳酸盐岩沉积，两侧为滨浅海相及半深海相砂泥质沉积。三叠纪末羌塘地块与巴颜喀拉地块碰撞（雷振宇，1992）北部海槽闭合。早—中侏罗世，南部海槽强烈扩张，海水由南向北侵入，盆地南部为半深海相砂泥质沉积，中部为滨浅海碳酸盐岩及碎屑岩沉积，北部为滨海相或过渡相碎屑岩沉积。晚侏罗世末，南部海槽闭合，盆地结束海侵历史，并遭受变形改造。

1 构造变形分区及其特征

根据羌塘盆地的沉积盖层的形变特征及组合方式可大致划分以下5个变形区（图1），即北部边缘断褶带、拉雄错—雀莫错复式褶皱带、玛依岗日断隆区、帕度错褶断带、土门格拉平行褶皱带。各构造单元特征如下：

1.1 北部边缘断褶带

位于羌塘盆地北缘，并与拉竹龙—金沙江缝合带以断层相隔，宽约20～75km。主要发育三叠系和侏罗系，以一系列叠瓦状逆冲断层组合为特征，个别地段发育被断层破坏严重的紧闭或倒转褶皱。断层以逆断层为主（91%），走向多数呈东西向（67%），北东东向次之（22%），地层倾角多数在20°～60°之间。

1.2 拉雄错—雀莫错复式褶皱带

占居羌塘盆地北部主体，呈东西向展布，东宽西窄。区内主要出露侏罗系，零星分布白垩系、第三系。发育一系列复式背向斜构造、褶皱轴向西部主要呈东西向；东部则呈北西向或北西西向。褶皱形态一般向斜较宽缓，背斜较紧闭，类似于隔档式褶皱特征（图2）。断裂构造以压性为主（75%），压扭性次之（24%），断裂走向多数为东西向，次为北东、北西向及近南北向。地层产状多数在20°～60°之间。该构造带可进一步划分为三个次一级构造单元，即北部复式背斜带，中部复式向斜带及南部复式背斜带。

1.3 玛依岗日断隆区

位于羌塘盆地中西部，西宽（90km）东窄（28km）。主要出露前泥盆纪变质岩系及石炭二叠系碳酸盐岩、碎屑岩及火山岩。以发育一系列背冲式逆冲断层（80%）为特征。断层走向以近东西向为主，其次为北西向或北北西向。褶皱紧闭，并以不对称歪斜褶皱、同斜倒转褶皱为主，局部尚见无根揉皱。地层倾角较陡，一般在40°～60°。

1.4 帕度错褶断带

位于南羌塘西部，最宽约100km，呈东西向长条状展布，出露地层为上三叠统及侏罗系，发育对称—不对称褶皱，两翼产状较陡，褶皱轴呈近东西向。并有逆冲断裂及平推断层产出，前者以东西向为主

注：本文得到国家发展规划基础项目、中国博士后基金（第21批）和中国石油天然气集团公司博士后基金的资助。

收稿日期：2000-08-10；改回日期：2001-05-14；责任编辑：郝梓国。

作者简介：雷振宇，男，高级工程师，1995年毕业于中国地质大学，获博士学位。目前在石油勘探开发科学研究院工作，主要从事构造地质和石油地质研究工作。通讯地址：100083，北京910信箱，石油勘探开发科学研究院地质所。

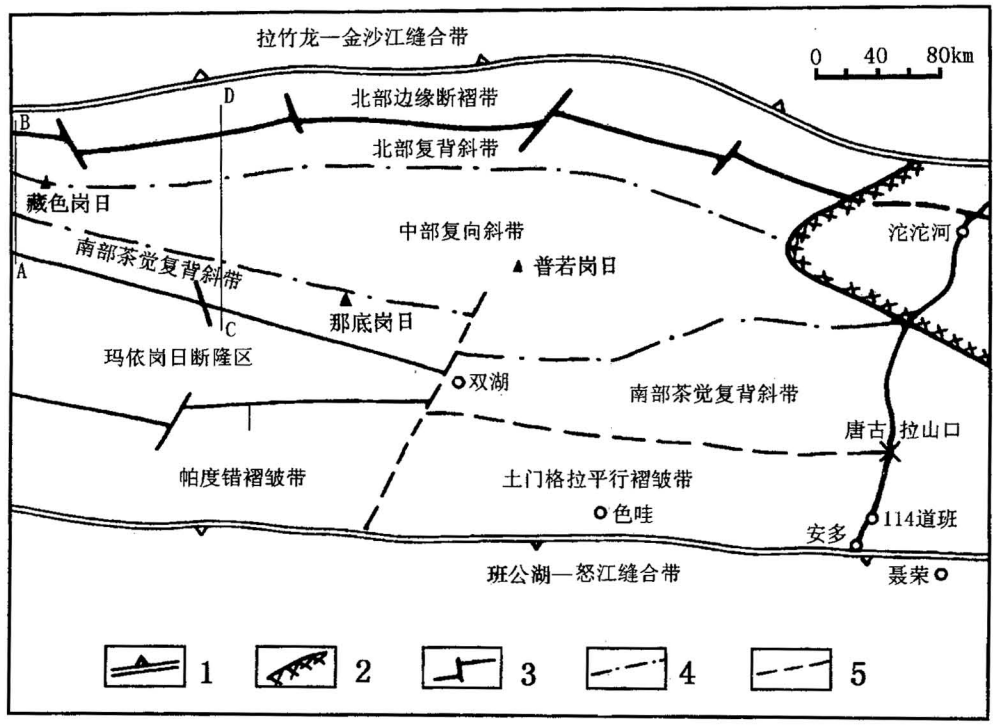


图1 羌塘盆地构造变形分区图

Fig. 1 Division of structural deformation in Qiangtang Basin

1—缝合带;2—盆地边界;3—构造及构造单元界线;4—次级构造单元界线;推测断裂或构造单元界线;6—剖面位置

1—Suture; 2—basin boundary; 3—fault and structural unit boundary; 4—secondary structural unit boundary; 5—inferred structural unit boundary; 6—profile position

(60%),后者多数为北东、北西向(40%)。

1.5 土门格拉褶断带

位于羌塘盆地的东南部,宽约200km,出露地层为三叠系及侏罗系。其构造变形特征为背向斜相间产出,两翼基本对称且较平缓,褶皱轴近东西走向。褶皱常常受到断层的破坏,断层走向以近东西向、北

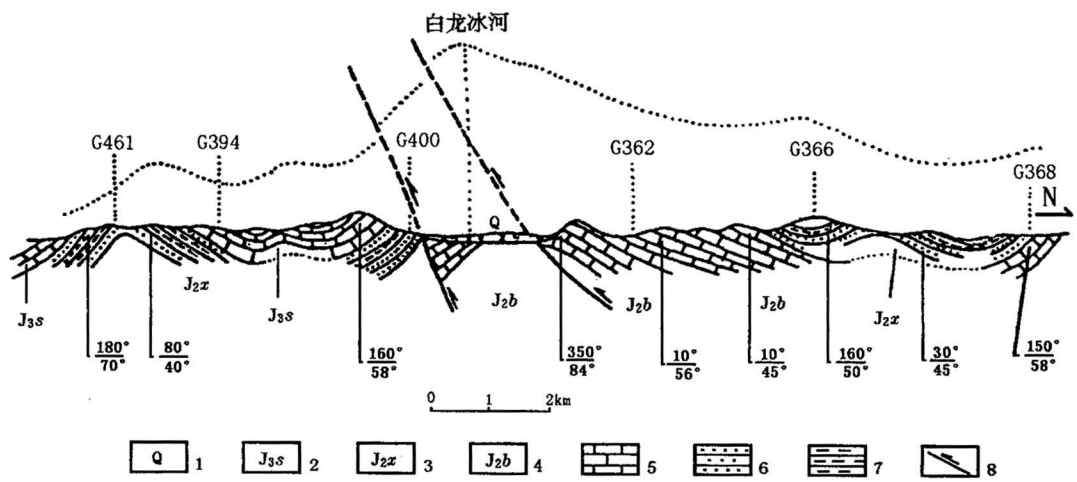


图2 羌塘盆地白龙冰河背斜剖面图

Fig. 2 Cross-section of structure in Qiangtang Basin

1—第四系;2—索瓦组;3—夏里组;4—布曲组;5—灰岩;6—砂岩;7—泥岩;8—逆断层

1—Quaternary; 2—Suowa Formation; 3—Xiali Formation; 4—Buqu Formation; 5—limestone; 6—sandstone; 7—mudstone; 8—thrust

北西向或北东、北西向为主(90%),东西向次之(10%)。断层性质以逆断层占绝对优势。

总的来看羌塘盆地构造变形具有以下规律和特征:

(1) 地层由老到新,褶皱程度从紧闭向开阔过渡,前泥盆系多数为紧闭型,三叠系一侏罗系为紧闭型,并具类隔档式组合特征,白垩系、第三系多数为开阔型。

(2) 羌塘盆地北缘及玛依岗日隆起带均以发育断裂构造为主,并以逆冲叠瓦式组合为特征。

(3) 羌塘盆地主体以发育褶皱构造为主,但各构造区略有差别,帕度错构造区褶皱较为紧闭,且断裂构造相对发育,地层产状多数在50°～60°之间,土门格拉区次之,并以对称褶皱群为组合,地层产状多数在35°～45°之间;北羌塘区则最为开阔,并以类隔档式组合为特征,地层产状多数在25°～40°之间。

2　盆地变形缩短量计算

根据横穿盆地的两条地质剖面编制的平衡剖面,并将其复原(图3),按公式求出变形缩短率分别为:东径87°剖面 $e=-19.5\%$;东径85°剖面 $e=-23.9\%$。这一结果表明盆地变形已达到相当强的程度,据已有资料,一些著名造山带的收缩率通常在35%～50%之间。

3　中生代—新生代构造应力场

目前羌塘盆地中的褶皱、断裂、节理等构造形变大多数是中生代以来历次构造运动的结果,因而主要反映了中生代的古构造应力场。

3.1　褶皱构造反映的应力场

羌塘盆地褶皱较为发育,其走向主要为东西向,少数为北西向和北东向。根据褶曲两翼产状进行赤平投影和计算,求得褶曲形成时主应力。结果表明 σ_1 的方位主要为近南北向,盆地中部更明显,盆地西端 σ_1 方向微偏东,呈 NNE-SSW,且 σ_1 基本接近水平。这说明羌北盆地变形期以南北向水平挤压为主。

在平面上,盆地中部和西部褶皱轴向基本一致,以东西向为主,仅在北羌塘西部收缩变窄的部位轴向略向北偏转而呈 NWW 向,反映羌塘盆地变形主要受到统一的南北向挤压。但盆地东部褶皱轴向普遍偏转呈北西西-北西向,并呈雁行式排列,其原因一是受基底 NWW 和 NEE 两组断裂的走滑影响,其二是由于盖层中断层的走滑错动,在其两盘产生局部派生应力场,形成次级雁行分支褶皱所致。在纵向上不同时代地层中的褶皱方向基本一致,以东西向为主,地层倾向北或南,仅老地层倾角比新地层陡,说明在变形过程中受力方向和方式大体一致。

3.2　节理反映的应力场

盆地内节理发育,经地层复平处理后按走向、倾

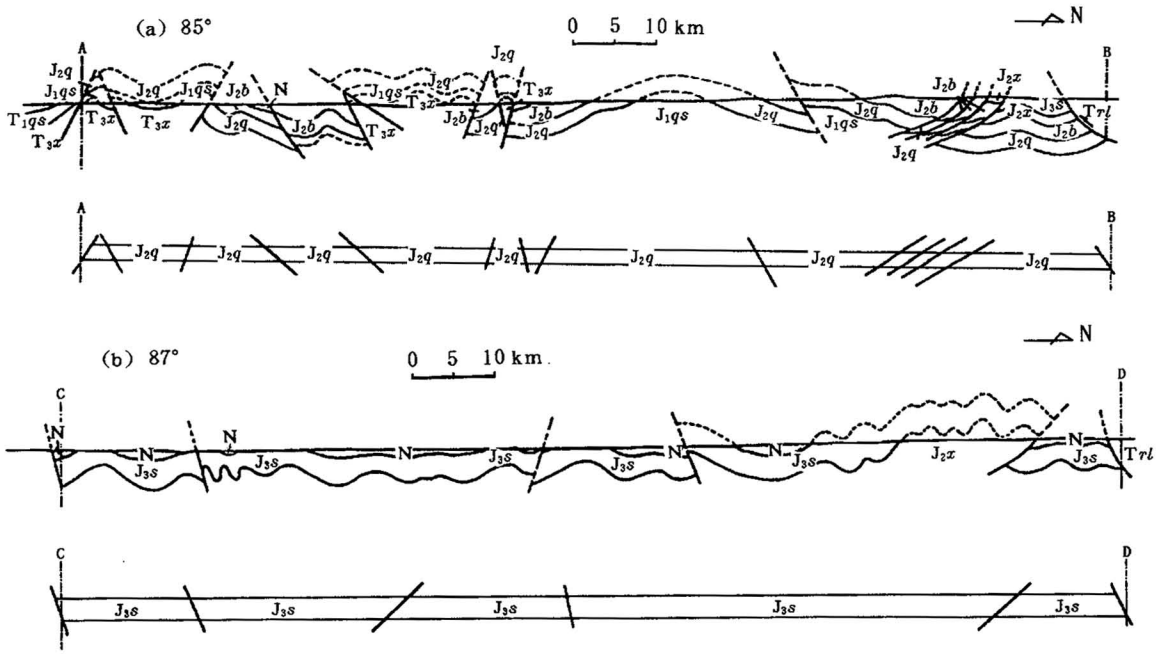


图3　羌塘盆地东经85°、87°平衡地质剖面和复原剖面

Fig. 3　Balanced and restored section of 85° and 87° in Qiangtang Basin

向和倾角不同可分为8组，并分期配套为5套“X”共轭节理。根据其共轭“X”节理优势产状赤平投影和计算，其主应力方位分别为近南北向、北西-南东向、北东-南西和近东西向。玛依岗日隆起带古生界和三叠系中节理经电算处理求得其最大主应力方位同样为南北向、北西-南东向、北东-南西向和近于东西向。由此可见，羌塘盆地变形始于印支运动，主变形期为燕山期和喜马拉雅期，并具继承性、递变性、统一性。以南北向强烈挤压为主。

综上所述，羌塘盆地（地块）变形，在三叠纪为南北拉张，从印支运动开始逐渐转为以南北向持续挤压为主，并间有北东-南西、北西-南东向和东西向挤压。

4 羌塘地体运动学特征及应力场形成机制探讨

根据最近我们在羌塘盆地获得的3028个古地磁测试数据做出的早石炭世—晚侏罗纪的视古地磁极漂移曲线（图 4）和古纬度轨迹（图 5）可以看出从早石炭世至晚第三纪羌塘地体总的来说是从南往北漂移的。

早石炭世时，羌塘地体还在南纬31°附近，到了早二叠世已位于北纬11.2°的赤道区域。尽管尚未获得中、晚石炭世的古地磁数据，但可以推测早石炭世以后羌塘地体已逐渐向北移动，此时的漂移速度约为4.12cm/a。早二叠世—早侏罗世，羌塘地区持续向北漂移，速度为2.3cm/a，在此过程中伴有顺时针方向旋转（图4）。但在早侏罗世晚期羌塘地体停止向北移动，并微向南移动。此时，正值南侧班公湖—怒江洋盆开始收缩，羌塘地体的南移无疑加速了该洋盆的关闭和消亡。晚侏罗世末，该洋盆完全闭合，冈底斯地体与羌塘地体拼接为一体。晚侏罗世以后，羌塘地体又开始向北漂移，至中新世已处于北纬31.7°附近，以后又继续漂移到达现今的位置。

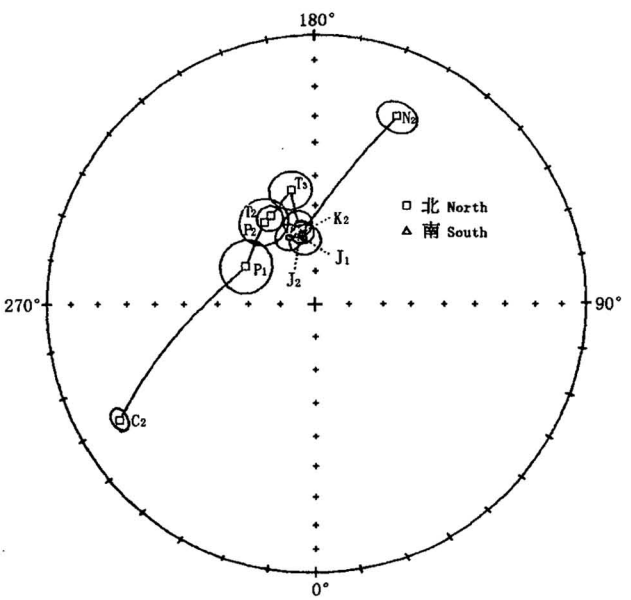


图4 羌塘盆地早石炭世—晚侏罗世的古地磁极漂移曲线

Fig. 4 Moving locus of paleomagnetic pole of Early Carboniferous—Late Jurassic in Qiangtang Basin

万天丰等（1989）系统搜集了国内和东南亚地区白垩纪古地磁资料，经过计算统计，求出古今纬度的变化，并绘制出古今位置变化轨迹线，显示印度板块白垩纪以来纬度大约向北推移了49°。众所周知，印度板块在晚第三纪已和北部欧亚板块碰撞，联合成统一的大陆块体，其如此快的向北运动，对北部诸地体（包括羌塘）不无影响。

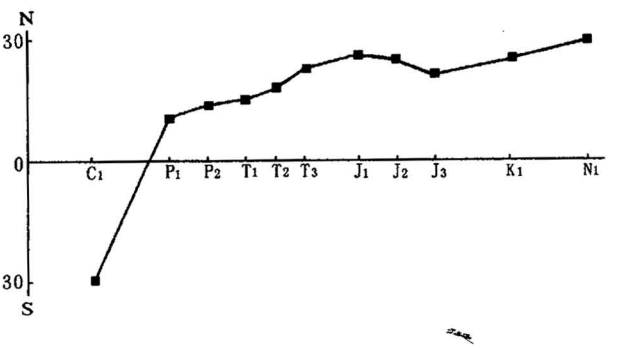


图5 羌塘盆地早石炭世—晚第三纪的古纬度变化图

Fig. 5 Paleolatitude locus of Early Carboniferous—Late Jurassic in Qiangtang Basin

上述古地磁资料证明，羌塘地块乃至整个青藏高原白垩纪以来形成的近南北向压应力场的原因显然与该区诸块体的大幅度向北漂移有关，那么这种向北运动的深部动力学背景又是什么呢？板块理论认为大陆板块的运动主要原因是受岩石圈以下地幔软流圈的对流牵引。根据卫星重力测量数据（黄培华，1984）计算获得的地幔对流及其应力场显示，由印度洋斯里兰卡岛南面发散中心向北流动的地幔流，经印巴次大陆下直抵昆仑山区之下，与新疆发散中心向南流动的地幔流相遇，形成会聚流。印巴次大陆下面的向北流动的地幔流牵引着次大陆向北位移，Molner 等（1975）认为，现在印巴次大陆仍以5cm/a 的速度向北移动。南面印巴次大陆和北面欧亚大陆两者被地幔会聚流牵引而碰撞挤压，使青藏地区的地壳被挤压加厚，达60～70km。Molner 等

(1975)估计地壳缩短了2500～3000km。但是这种地幔流何时形成目前还难以确定，黄培华等(1984)推测可能在华力西运动期已经形成，以后得以加强。

本文得到李德生、胡见义院士和丁树柏、叶和飞教授的关心和指导，在此致以诚挚的谢意。

参 考 文 献

黄培华. 1984. 中国大陆地幔对流格局和岩石圈层构造运动. 地质科学，(3)，253～243.

雷振宇，高原. 1992. 青海西金乌兰湖—玉树板块缝合带的基本特征. 中国区域地质，(1)14～17.

万天丰，朱鸿. 1992. 中国及邻区白垩纪—早始新世构造应力场. 中国及邻区构造古地理. 武汉：中国地质大学出版社，230～245.

References

Lei Zhenyu, Gao Yuan. 1992. Basic characteristics of the Xijin Ulan Lake-Yushu plate suture zone in Qinghai. Regional Geology of China, (1): 14～17.

Huang Peihua. 1984. The mantle convection pattern and lithospheric tectonic in china. Scientia Geologica Sinica, (3): 253～243.

Wan Tianfeng, Zhu Hong. 1990. Cretaceous to Eocene tectonic stress fields of China and its adjacent regions, Tectonopalaeogeography and Palaeobiogeography of China adjacent regions. China University of Geosciences Press, 230～245.

Morlnar P. 1975. Cenozoic of Asia: effects of a continental collision. Science, 189: 419～426.

Structural Deformation and Dynamic Mechanism of the Qiangtang Basin, North Tibet

LEI Zhenyu[1)], LI Yongtie[1)], LIU zhong[1)], LU Bing[2)]

1) *Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing*, 100083

2) *Daqing Petroleum Institute, Anda City, Heilongjiang Province*, 151400

Abstract

According to its structure characteristics, the Qiangtang Basin can be divided into five structural areas. The fault-fold zone on the north margin is dominated by imbracated structure, the Mayer Kangri fault-upwelling area by back thrusting blocks, while the Laxong Co-Qoima Co complex fold zone and others are characterized by symmetric or asymmetric structures. The structural deformation is mainly caused by the N-S compressive stress field resulting from northward movement of the Qiangtang massif and other southern massives during the Yangshanian-Himalayan period.

Key words: Qiangtang Basin, structural deformation, tectonic stress field, palaeomagnetism, mantle current